

УДК 551.217:553.98(571.66)

ГЕОХИМИЯ

Н. С. БЕСКРОВНЫЙ, И. Л. КАМЕНСКИЙ

ГАЗООБРАЗНЫЕ ГОМОЛОГИ МЕТАНА В НЕКОТОРЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ КАМЧАТКИ

(Представлено академиком А. В. Пейве 13 VIII 1971)

В литературе существуют лишь упоминания о присутствии в ряде гидротермальных систем мира, кроме метана (¹), также более тяжелых углеводородов (², ³). Значение исследования углеводородов в гидротермальных системах показано ранее (⁴).

Летом 1970 г. авторы произвели отбор проб газа из некоторых парогидротермальных проявлений Камчатки.

В задачу входило определение с возможно большей достоверностью углеводородных компонентов, в связи с чем методика отбора проб имела особенности по сравнению с рекомендуемой в (⁵). После охлаждения парогазовой смеси в специальном холодильнике заполнялись, методом вытеснения жидкости, две бутылки емкостью 0,5 л: первая газом, поступающим непосредственно из холодильника; вторая — газом, пропущенным через крепкую (40%) щелочь, в которой происходило поглощение кислых составляющих (CO₂, H₂, SO₂ и др.), в результате чего остаток обогащался углеводородами, и это облегчало их дальнейшее определение, — такая методика позволяла отбирать пробы, эквивалентные 5—25 л газа исходного состава. В табл. 1 приведены результаты анализов, полученных таким образом проб. В связи с высокой чувствительностью (10⁻⁵ частей по объему) применявшегося метода достоверность определения углеводородов в «обогащенной» пробе не вызывает сомнений.

Отсутствие загрязнения углеводородами оборудования и аппаратуры, использованных для отбора проб и их анализа, подтверждается «холостым» опытом: кипящая дистиллированная вода, через которую продували воздух, имитировавшая источник; воздух затем собирался в бутылку таким же образом и с использованием того же оборудования, что и при отборе проб газа, и анализировался на той же аппаратуре.

Выбор объектов для изучения производился с таким расчетом, чтобы получить представление об углеводородных газах из гидротермальных систем, находящихся в различных геологических условиях.

В Восточно-Камчатском прогибе, выполненном палеоген-миоценовыми осадочными породами мощностью в несколько километров, объекты были выбраны так, чтобы собрать информацию о количестве углеводородов в парогазовых струях, разгружающихся как на низких (кальдера Узон), так и на более высоких (вулканы Бурлящий, Центральный Семьячик, Кихшиным) гипсометрических отметках.

Также на высоком (Северо-Камбальные струи) и низком (Наужетское месторождение перегретых вод) гипсометрических уровнях были выбраны объекты и в Южно-Камчатском синклинории, где изученная часть разреза третичных и четвертичных пород представлена преимущественно вулканогенно-осадочными образованиями (⁶).

В кальдере Узон изучались источники на участках ранее обнаруженных нефтепроявлений. Они имеют температуры вблизи точки кипения и разгружаются на уровне грунтовых вод (отметка +650 м) у верхней границы гидродинамической зоны замедленного водообмена. Они характери-

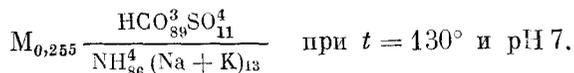
Состав газов в некоторых гидротермальных системах Камчатки (об. %)†

Место взятия пробы	∑ Кисл. CO ₂ + H ₂ S + SO ₂ + др.	O ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	$\frac{i.i.o.-C_4H_{10}}{n-C_4H_{10}}$	$\frac{i.i.o.-C_5H_{12}}{n-C_5H_{12}}$	H ₂	N ₂ + инертн.	Ar + Kr + Xe	He + Ne	Газ Газ ($\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{МОЛЬ}}$)	Примечания
Кальдера Узон, Центральное «фумарольное» поле, уч. № 2 (Ната-2). 23 VII 1970	— 95,00	0,00 0,00	11,9 0,59664	0,039 0,003	0,003 0,0003	0,001 0,00006	0,000	46,4 2,31	41,8 2,09	— 0,0378	— 0,00038	— 44	t = 96° pII 6,0
Кальдера Узон, Центральное «фумарольное поле», уч. № 4 («Душ») 29 VII	— 95,51	0,00 0,00	3,9 0,17968	0,012 0,0003	0,001 0,00002	0,000 —	0,000	58,1 2,62	37,6 1,69	— 0,0106	— 0,00038	— 78	t = 98° pII 6,5
Вулкан Центр. Семячик, источник на восточном берегу Черного озера, 14 VII	— 82,00	1,00 0,00	62,5 11,1708	0,60 0,1030	0,075 0,0124	0,028 0,0047	0,001 0,0001	7,8 1,40	29,7 5,30	— 0,055	— 0,002	—	t = 86°
Вулкан Бурлящий, верхнее термальное поле, грязевой котел, 15 VII	— 84,44	0,00 0,00	58,8 9,0582	0,66 0,096	0,033 0,0048	0,007 0,001	0,000	13,6 2,12	27,5 4,28	— 0,0653	— 0,00045	—	Грязевой котел в 50 м ниже фумаролы «Пасть» t = 94° pII 7,5
Вулкан Кихпинич, «фумарольное» поле горы Желтой, 4 VIII	— 90,78	0,00 0,00	13,9 1,2737	0,048 0,0059	0,002 0,0003	0,001 0,0001	0,000	40,8 3,76	45,6 4,18	— 0,0584	— 0,00059	—	t = 96° pII 2
Камбальный хребет, I группа SRC. 2 IX	— 95,40	0,00 0,00	8,1 0,36443	0,045 0,0052	0,004 0,00037	0,000 —	0,000	17,2 0,80	74,6 3,43	— 0,0490	— 0,0027	—	t = 96°
Паужетка, скв. № 20, гл. до 446 м, 6 IX	— 82,30	0,00 0,00	14,0 2,4865	0,030 0,01225	0,003 0,00125	0,000 —	0,000	15,8 2,80	70,4 12,40	— 0,291	— 0,00138	— 22000	t = 99° pII 6,5
Паратунка, скв. № ГР-1, гл. 860—960 м, 15 IX	— 0,5	0,00 0,00	0,30	0,001	0,001	0,00	0,00	0,00	99,2	1,69	0,0064	—	t = 82,5°
«Холостой» опыт, воз- дух	0,03	21,00	< 1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,00	0,933	0,0023	—	

Примечание. Первое значение — состав «обогащенной» пробы, второе значение — обычной пробы (кисл., O₂, Ar, Ne) и пересчитанные данные для содержания углеводородов, H₂, N₂. O₂, CH₄, H₂, N₂ определены И. Н. Сафоновой на хроматографе фирмы «РАУ» с колонкой на молекулярных ситах NaX (15Å) и детектором теплопроводности; тяжелые углеводороды — Н. Я. Соколовой на хроматографе «Хром-2» с колонкой (дигенный кирилл, пропитан эфиром триэтилглицероля нормальной масляной кислоты) и ионизационно-плазменным детектором; Ar, Ne — объемным методом на приборе типа Хлоппинг-Герлинга; сумма кислых газов — Г. М. Бальцовой объемным методом на приборе ВТИ.

зуются слабокислой до нейтральной средой, высоким содержанием хлоридов щелочных металлов, SiO_2 , As и других металлов, а также наличием сульфат-иона. Воды этих источников наиболее близки к составу перегретых вод в недрах гидротермальной системы.

Изучавшиеся источники в вулканах Центральный Семячик, Бурлящий, у Кихлиныча и на Камбальном хребте возвышаются над окрестными плато и долинами и находятся в зоне активного водообмена. В пределах массива Большой Семячик они характеризуются кислой средой (рН 3,2 и выше), высоким содержанием сульфатов, почти полным отсутствием хлоридов; Al, Ca и Mg в них нередко более обильны, чем Na и K (⁷). Но конденсаты пара, как в фумароле «Пасть» (Бурлящий), могут иметь формулу химического состава



По данным В. В. Аверьева и Е. В. Вакина (⁷), минимальные ресурсы пара на Большом Семячике оцениваются как 100 кг/сек, а содержание газов 6–8 л на 1 кг пара.

На Паужетском месторождении, где перегретые воды имеют хлоридно-натриевый состав (⁸), проба газа отбиралась из сепарированной паро-водяной смеси в скв. № 20.

На Паратунском месторождении горячих вод необогащенная проба газа была отобрана из скв. № К-1.

Приведенные в табл. 1 результаты анализов показывают, что в изученных пробах присутствуют, кроме метана, также этан, пропан и бутан. Дальнейшее изучение газов гидротермальных систем позволит выявить закономерности распространения в них тяжелых углеводородов.

Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский
геологоразведочный институт
Ленинград

Поступило
9 VIII 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. А. Соколов, Геохимия природных газов, 1971. ² J. D. Love, J. M. Good, Geol. Surv. Prof. Paper 644-B, Washington, 1970. ³ И. А. Меллялов, Тез. докл. симпозиума: Совр. минералообразующие гидротермальные растворы областей активного вулканизма, Петропавловск-Камчатский, 1970. ⁴ Н. С. Бескровный, С. И. Набоко и др., Геология и геофизика, № 2 (1971). ⁵ Методическое пособие по отбору и анализу проб природных газов, З. Н. Несмелова (ред.), 1969. ⁶ В. М. Белова и др., Геологическое строение и перспективы нефтегазопосности Камчатки, 1961. ⁷ А. А. Аверьев, Е. А. Вакин, Бюлл. вулканологических станций, 42 (1966). ⁸ Паужетские горячие воды на Камчатке, В. И. Пийп (ред.), «Наука», 1965.